

RECONNAISSANCE DES EXPRESSIONS FACIALES CHEZ LES ENFANTS TSA DE BAS NIVEAU DE FONCTIONNEMENT

RÉSUMÉ :

But : La reconnaissance des émotions est essentielle dans le développement des compétences sociales. Cette capacité repose sur l'identification des expressions faciales et est altérée chez les personnes porteuses d'un Trouble du Spectre Autistique (TSA). Environ 50% des personnes avec TSA présentent une déficience intellectuelle et un accès limité à la communication verbale. Or la majorité des études portant sur la reconnaissance des expressions faciales chez les TSA s'appuient à l'heure actuelle sur des tâches verbales, ce qui exclut de fait les enfants TSA de bas niveau de fonctionnement. Notre étude vise à caractériser les déficits en reconnaissance des expressions faciales chez ces enfants en leur proposant des tâches non verbales adaptées à leurs capacités. **Matériel et méthode :** 10 enfants avec TSA d'âge développemental compris entre 2 et 5 ans et 42 enfants neurotypiques (NT) âgés de 2 à 6 ans ont réalisé des tâches non-verbales d'appariement et de catégorisation de photographies de personnes exprimant la joie, la colère, la tristesse et la surprise. **Résultats :** Les enfants TSA produisent significativement plus d'erreurs que leurs pairs NT aux tâches d'appariement et de catégorisation. Ce déficit est plus marqué sur la colère et la surprise. **Conclusion :** Une méthodologie s'appuyant sur des tâches non verbales d'appariement et de catégorisation apparaît pertinente pour identifier les déficits en reconnaissance d'expressions faciales chez les enfants TSA de bas niveau de fonctionnement. Ces résultats ouvrent la possibilité de pallier le manque actuel de tests cliniques adaptés à cette population.

ABSTRACT:

Objectives: Emotion recognition is essential in the development of social skills. This ability is based on the identification of facial expressions and is impaired in individuals with Autism Spectrum Disorder (ASD). About 50% of individuals with ASD have intellectual disabilities and limited access to verbal communication. However, the majority of facial expression recognition studies currently rely on verbal tasks, effectively excluding low-functioning ASD children. Our study aims at characterizing deficits in facial expression recognition in these children with nonverbal tasks adapted to their abilities. **Methods:** 10 ASD children with developmental age between 2 to 5 and 42 typically developing children (TD) aged from 2 to 6 performed non-verbal tasks of matching and categorizing photographs of people expressing happiness, anger, sadness and surprise. **Results:** ASD children produced

significantly more errors than their TD peers in matching and categorization tasks. This deficit is deeper for anger and surprise. **Conclusion:** A methodology based on non-verbal matching and categorization tasks appears relevant to identify deficits in facial expression recognition in low-functioning ASD children. These results open up the possibility of mitigating the current lack of clinical tests adapted to this population.

Mots-clés : Trouble du Spectre Autistique, émotions, expression faciale, cognition sociale, bas niveau de fonctionnement

Key words: Autistic Spectrum disorder, emotions, facial expression, social cognition, low functioning

INTRODUCTION (*Aurélie Giot-Levifve*)

Savoir reconnaître les émotions est une compétence essentielle car elle facilite l'adaptation sociale et le développement des compétences académiques (Izard *et al.*, 2001). Cette capacité repose notamment sur l'identification des expressions faciales de l'autre. Elle se développe jusqu'à l'adolescence en suivant une trajectoire développementale dépendante de l'émotion. L'ordre d'apparition ne trouve pas de consensus dans la littérature. Cependant, il est souvent décrit selon cette chronologie : la joie, mature vers 5 ans, puis la tristesse et la colère, suivies de la surprise et du dégoût, et enfin de la peur (Herba et Phillips, 2004; Vicari, Snitzer Reilly, Pasqualetti, Vizzotto, et Caltagirone, 2000). Les enfants porteurs de Troubles du Spectre Autistique (TSA) présenteraient un déficit généralisé de la reconnaissance des expressions faciales, qui pourrait être plus marqué pour la colère, la peur et la surprise (Lozier, Vanmeter, et Marsh, 2014; Uljarevic et Hamilton, 2013). Les enfants avec TSA présenteraient également une lenteur de traitement des visages et des temps de réponse allongés lors de tâches de reconnaissance d'expressions faciales (Dawson, Webb, et McPartland, 2005; Luckhardt, Kröger, Cholemkery, Bender, et Freitag, 2017) qui apparaissent corrélés avec leurs difficultés d'adaptation sociale (Høyland, Nærland, Engstrøm, Lydersen, et Andreassen, 2017). Leur capacité de compréhension des expressions faciales doit donc pouvoir faire l'objet d'une évaluation précoce pour une prise en charge adaptée. La majorité des tests utilisés en recherche et en clinique ne tiennent pas compte des spécificités des enfants TSA de bas niveau de fonctionnement, c'est-à-dire avec une déficience intellectuelle associée et une communication verbale réduite. Ils ne sont pas adaptés à leurs capacités, et utilisent en majorité des tâches d'étiquetage verbal (cf. annexe A pour une revue des tests existants). Cette population est donc écartée de la majorité des

études actuelles alors que la prévalence de la déficience intellectuelle dans l'autisme est d'environ 50% (Delobel *et al.*, 2013).

Cette recherche a pour premier objectif d'étudier la réponse d'enfants neurotypiques (NT) à des tests non-verbaux de reconnaissance d'expressions faciales et de la mettre en perspective avec les résultats des études proposant des tâches verbales. Le deuxième objectif est de confirmer et de qualifier l'existence d'un déficit de reconnaissance et de compréhension des expressions faciales chez des enfants TSA de bas niveau de fonctionnement. Pour cela, les performances d'enfants TSA d'âge développemental entre 2 et 5 ans ont été comparées à celles d'enfants NT, à l'aide de tâches non-verbales. Nous attendons 1/ que les performances des enfants NT soient dépendantes de l'âge, du sexe, de la tâche et du nombre d'émotions, 2/ qu'au sein de chaque groupe, la joie soit mieux reconnue, puis la tristesse, la colère et enfin la surprise, 3/ qu'à âge développemental équivalent, les enfants TSA soient moins performants que les enfants NT en termes de précision et de temps de réponse.

MATÉRIEL ET MÉTHODE (Aurélié Giot-Levifve)

Sujets

Critères d'inclusion : Le groupe expérimental est composé d'enfants présentant un diagnostic de TSA selon les critères du DSMV (American Psychiatric Association, 2013). Ils ont un âge développemental non verbal compris entre 2 et 6 ans, évalué grâce au subtest « cognition verbale/préverbale » de la PEP-3 (Schopler *et al.*, 2010) datant de moins de 2 ans (tableau 1). Le groupe contrôle se compose d'enfants NT scolarisés en école maternelle de 2 à 6 ans.

Critères d'exclusion : Les enfants des deux groupes issus de cultures étrangères et n'ayant jamais été en collectivité ont été exclus de l'étude, afin d'éviter l'effet d'avantage de l'endogroupe. En effet, la précision de reconnaissance des expressions faciales est meilleure lorsque le sujet qui les exprime et celui qui les traite sont issus du même groupe national, ethnique ou régional ou ont été exposés l'un à l'autre (Elfenbein et Ambady, 2002). Des tests préliminaires ont permis de s'assurer que les participants possédaient bien les capacités de traitement et de compréhension d'images nécessaires à la passation du protocole. Cette vérification a été menée au travers de trois épreuves de tri d'images d'objets usuels en appariement et en catégorisation. Le critère d'arrêt a été fixé à cinq erreurs afin d'écartier un effet du hasard. Afin d'exclure de possibles troubles neurovisuels, une tâche d'appariement d'images issues du test de reconnaissance visuelle de formes de la Batterie d'évaluation du Jeune Enfant (BAJE) (Chokron, 2015) a été administrée à tous les participants.

Pour le groupe contrôle, un questionnaire parental confidentiel a permis d'écarter les enfants présentant un développement atypique ou faisant l'objet d'un suivi médical ou paramédical. Également, pour écarter toute déficience intellectuelle, n'ont été retenus que les enfants NT avec des performances supérieures ou égales à -1 écart-type au subtest des cubes de la WPPSI (Wechsler, 2014). Nous avons utilisé ce subtest car il est considéré comme un test d'intelligence générale avec une bonne corrélation aux scores généraux des échelles de Weschsler (Rozencwajg et Corroyer, 2001). Pour ce groupe, l'âge développemental est donc l'âge chronologique (tableau 1).

Douze enfants avec TSA ont été inclus dans l'étude. Les enfants ont été recrutés à l'hôpital de la Pitié Salpêtrière ou auprès de cabinets d'orthophonistes libérales en région parisienne. Deux enfants avec TSA ayant échoué aux tests préliminaires de catégorisation de photographies et d'images d'objets usuels ont été écartés de l'étude. Le protocole complet a donc été proposé à 10 enfants TSA (trois filles, sept garçons) présentant un âge développemental se situant entre 2 et 5 ans (tableau 1). Huit d'entre eux étaient non verbaux, c'est-à-dire avec des capacités langagières insuffisantes pour communiquer. Le groupe contrôle se composait initialement de 64 enfants NT scolarisés dans une école maternelle publique de la région parisienne, située dans un quartier de centre-ville incluant zones résidentielles et habitat social. 22 enfants présentant un ou plusieurs critères d'exclusion ont été écartés de l'étude. Le protocole a donc été proposé à 42 enfants NT (21 filles, 21 garçons) âgés entre 2 et 6 ans et répartis en trois groupes d'âge en fonction de leur scolarisation en petite, moyenne et grande-section de maternelle (petits, moyens et grands, tableau 1).

Tableau 1. *Description des participants.*

		Total	Classe d'âge			
			Petits	Moyens	Grands	
TSA	n	10	9	1	0	
	Age chronologique (ans, mois)	Moyenne (écart-type)	6 a 10 m (2 a 4m)	6 a 5 m (2a 1m)	10 a 7 m -	-
	Age développemental d'après PEP-3 (ans, mois)	Moyenne (écart-type)	2 a 9 m (8 m)	2 a 7 m (6 m)	4 a 3m -	-
NT	n	42	13	14	15	
	Age chronologique (ans, mois)	Moyenne (écart-type)	4 a 4 m (11 m)	3 a 6 m (4 m)	4 a 3 m (4 m)	5 a 5 m (3 m)

Matériel

Le matériel utilisé a été créé pour l'étude. L'évaluation préliminaire du niveau de symbolisation des enfants a nécessité la réalisation de photographies et de dessins de trois catégories d'objets usuels : cuiller, peigne et brosse à dents. Les photographies de six objets différents et cinq dessins par catégorie ont été utilisés. Les objets sont de couleurs différentes et sont représentés sur les photographies et les dessins sur fond blanc. Pour les tâches de reconnaissance d'expressions faciales, les photographies de 26 personnes d'âges variés (6 hommes, 8 femmes, 4 garçons et 8 filles) exprimant une émotion ont été utilisées. L'utilisation de photographies, plutôt que celle de supports dynamiques, a été justifiée par Ekman (2009). Selon lui, c'est la morphologie à un instant précis de l'expression faciale qui détermine l'émotion et non pas la durée de cette expression. Les modèles portent tous le même vêtement, sont éclairés avec le même dispositif et se situent tous à la même distance de l'objectif. Toutes les photographies ont le même cadrage. Les clichés ont été capturés grâce à un appareil Canon EOS 50D et un objectif EF-S1 17-55mm f/2.8 IS USM. Les émotions photographiées sont la joie, la tristesse, la colère et la surprise. La consigne donnée aux modèles a été d'exprimer chacune des quatre émotions. Les clichés retenus ont été validés par un jury de 38 adultes qui a reconnu à plus de 75% l'émotion considérée. Au total, 85 clichés ont été utilisés. Nous avons également dessiné des scènes évoquant la joie, la tristesse, la surprise avec valence positive et la surprise avec valence négative. Les huit contextes imagés retenus ont été validés par un jury de 36 adultes qui a reconnu à plus de 75% l'émotion évoquée. Le set de test comprend 24 photographies et 15 dessins d'objets, 234 photographies de visages au format 9 cm x 13 cm et 8 contextes imagés au format 13 x 13 cm. Le protocole a nécessité l'utilisation de 4 boîtes munies d'une fente pour insérer les images et les photographies lors des tâches de tri. Le matériel est présenté en annexe B.

Procédure

Le test s'adressant à des sujets avec peu ou pas de communication verbale, il est fondé sur un protocole entièrement non verbal. Aucune consigne orale n'est donnée, mais chaque tâche est précédée d'une étape de démonstration où le sujet est aidé d'un geste ou guidé physiquement par l'expérimentateur dans le tri à réaliser. Les dessins ou photographies servant de modèles pour le tri sont posés sur des boîtes. Les images à trier sont alors données une à une à l'enfant qui doit les insérer dans la bonne boîte. Ainsi, seul le modèle reste à la vue de l'enfant, les photographies déjà insérées dans les boîtes étant cachées. Les tâches ainsi que les photographies et dessins qui les composent sont présentés dans le même ordre quel que soit le participant. Chaque tâche est composée de différentes étapes, ou « blocs »,

où le participant doit trier de deux à quatre expressions faciales. Chaque bloc est chronométré, depuis l'instant où l'enfant se saisit de la première image jusqu'à celui où il dépose la dernière dans une boîte. Les erreurs de tri sont notées et comptabilisées pour chaque bloc ainsi que les temps de réponse.

Les sujets contrôles ont été testés à l'école dans une salle calme, sur les horaires de classe. Les sujets du groupe expérimental ont été testés soit dans une salle de consultation, soit dans une salle de l'hôpital de jour. L'ensemble des sujets a été testé par l'une des deux expérimentatrices étudiantes en dernière année d'orthophonie, après que la procédure de test a été définie et harmonisée. La durée du test est de 40 minutes. Il a été passé en une séance pour la majorité des sujets NT. Une partie des enfants TSA, présentant des troubles du comportement ou des capacités d'attention très réduites, ont nécessité une passation du test fractionnée en plusieurs séances.

Choix des émotions :

Étant donné l'âge des participants, nous avons retenu quatre émotions dans ce protocole : la joie, la tristesse, la colère et la surprise. Les expressions faciales du dégoût et de la peur étant reconnues plus tard dans le développement des enfants (Herba et Phillips, 2004; Vicari *et al.*, 2000), elles ne sont pas testées dans ce protocole. Les blocs de chaque tâche suivent une progression correspondant au développement théorique de la reconnaissance des expressions faciales. Pour la tâche d'association à un contexte, il a été décidé de ne proposer que des paires d'émotions présentant une valence opposée, positive ou négative, afin d'éviter des ambiguïtés. Ainsi, la scène imagée représentant la surprise opposée à la tristesse comporte une valence positive (surprise anniversaire), tandis que celle de la surprise opposée à la joie comporte une valence négative (diable en boîte). Les émotions proposées dans chaque tâche sont présentées en annexe C.

Tâches à réaliser :

Le protocole est constitué de trois parties :

Tâche d'appariement : Les participants doivent appairer des photographies identiques, c'est-à-dire présentant le même modèle et la même expression faciale. Aucune compréhension des expressions faciales n'est nécessaire pour cette tâche.

Tâche de catégorisation : Les participants doivent associer les photographies selon l'expression faciale. Les modèles sont déposés sur les boîtes, et les photographies à trier représentent des personnages différents des modèles, mais exprimant les mêmes émotions. Cette tâche permet de mettre en évidence une capacité de reconnaissance plus avancée des expressions faciales.

Tâche « contexte » : Les participants doivent associer une expression faciale à l'un des deux contextes imagés proposés. La réalisation de cette tâche nécessite un niveau de maturité plus élevé dans le traitement et la compréhension des émotions et de leurs causes (Balconi et Carrera, 2007) et permet d'évaluer un niveau de capacité sémantique.

Méthodologie d'analyse

Les analyses statistiques ont été réalisées sous le logiciel R, version 3.3.1 (Development Core Team, 2011), à partir des données obtenues au cours de nos passations. Les analyses statistiques intra-groupes portent sur les données recueillies auprès de l'ensemble des sujets inclus dans chaque groupe (tableau 1). Les analyses inter-groupes requièrent de pouvoir comparer des échantillons de même niveau développemental. Elles portent donc sur les enfants NT âgés de 2 ans 6 mois à 3 ans 9 mois ($n = 11$), et sur les enfants TSA d'âge développemental équivalent ($n = 6$). Les variables dépendantes sont le nombre d'erreurs produites et le temps de réponse. Pour mesurer l'effet du type de tâche et du nombre d'émotions, des scores d'erreurs en pourcentages et des temps de réponse par photographie ont été utilisés pour exclure l'effet du nombre de photographies à classer qui variait d'une tâche à l'autre et d'un bloc à l'autre. Les variables indépendantes retenues pour expliquer nos variables dépendantes sont : le sexe, la classe d'âge, la tâche à réaliser, le nombre d'émotions à classer, et la nature de cette émotion. Pour mesurer l'effet de la nature de l'émotion, nous avons considéré uniquement les blocs de réponses où l'enfant devait appairer ou catégoriser les photographies entre quatre émotions (joie, tristesse, colère, surprise). Les effets de l'âge et du sexe n'ont pas été analysés sur le groupe TSA car les effectifs sont trop réduits ($n = 10$). Nous avons pu étudier l'effet de la tâche, du nombre d'émotions et de la nature de l'émotion car les effectifs sont exprimés en nombre d'observations. Chaque enfant ayant répondu plusieurs fois (une fois par émotion, ou une fois par tâche), nous obtenons 30 observations pour l'effet de la tâche et du nombre d'émotions (3 x 10 individus) et 40 observations pour l'effet de la nature de l'émotion (4 émotions x 10 individus).

Les distributions ne suivant pas une loi normale et montrant des niveaux de variance non homogènes, nous avons privilégié les tests non paramétriques dans nos analyses. Les effets principaux ont été évalués grâce à des tests de Kruskal-Wallis et de Friedman (tests de somme des rangs). Les comparaisons entre les moyennes pour préciser chaque effet principal ont été réalisées grâce à des tests de Wilcoxon (tests de somme des rangs et tests du signe selon que les données étaient ou non appariées). Le niveau de risque α pour l'ensemble des analyses est de 0.05.

RÉSULTATS (Laure Laspougeas-James)

Afin de répondre à nos hypothèses, nous avons analysé nos données à différents niveaux. Nous avons réalisé une analyse intra-groupe des enfants NT afin d'évaluer les effets de nos variables indépendantes (âge, sexe, tâche, émotions) sur leurs performances. Une analyse intra-groupe des enfants TSA a également été menée pour évaluer leurs performances selon la tâche et les émotions testées. Enfin, une analyse inter-groupe a permis d'identifier la présence ou non de différences significatives entre les deux groupes. Toutes les performances ont été analysées en nombre d'erreurs et en temps de réponse (TR).

Enfants neurotypiques : effets de l'âge, du sexe, de la tâche et des émotions

L'analyse intra-groupe des enfants NT met en évidence quatre variables qui ont un effet significatif sur leurs performances : l'âge, le type de tâche à réaliser, la nature de l'émotion et le nombre d'émotions testées. En revanche, il n'y a pas d'effet du sexe (test de Wilcoxon : $w = 193$; $p = 0.50$).

Effet de l'âge

Une première observation des résultats par tranche d'âge met en évidence une amélioration des performances avec l'âge (tableau 2). De manière globale, le nombre d'erreurs réalisées et les temps de réponse diminuent avec l'âge.

On observe un effet principal de l'âge sur le nombre total d'erreurs, toutes tâches confondues (test de Kruskal-Wallis : $\chi^2 = 20.214$; $p < 0.001$). Des analyses post-hoc montrent un nombre d'erreurs significativement plus élevé entre le groupe des petits par rapport aux deux autres (test de Wilcoxon : $p < 0.001$), mais pas entre les moyens et les grands ($p = 0.11$). Les mêmes résultats sont obtenus quelle que soit la tâche : appariement (test de Wilcoxon : petits vs. moyens : $p = 0.017$; petits vs. grands : $p = 0.003$; moyens vs. grands : $p = 0.59$), catégorisation (test de Wilcoxon : petits vs. moyens : $p < 0.001$; petits vs. grands : $p < 0.001$; moyens vs. grands : $p = 0.42$), et contexte (test de Wilcoxon : petits vs. moyens : $p = 0.006$; petits vs. grands : $p < 0.001$; moyens vs. grands : $p = 0.54$).

En temps de réponse, on observe également un effet principal de l'âge, le temps de réponse diminuant avec l'âge (test de Kruskal-Wallis : $\chi^2 = 17.53$; $p < 0.001$). Les analyses post-hoc, toutes tâches confondues, montrent des différences significatives entre toutes les tranches d'âge (test de Wilcoxon : petits vs. moyens : $p = 0.005$; petits vs. grands : $p < 0.001$; moyens vs. grands : $p = 0.041$). En appariement, les temps de réponse montrent les mêmes différences significatives (test de Wilcoxon : petits vs. moyens : $p = 0.042$; petits vs. grands : $p < 0.001$; moyens vs. grands : $p = 0.05$). En catégorisation et en contexte, les temps de réponse sont significativement différents entre les petits et les grands

(catégorisation : $p < 0.001$; contexte : $p < 0.001$) et les petits et les moyens (catégorisation : $p = 0.008$; contexte : $p < 0.001$). La différence est seulement tendancielle entre les moyens et les grands (catégorisation : $p = 0.057$; contexte : $p = 0.31$).

Tableau 2. *Nombre d'erreurs et temps de réponse (TR) chez les neurotypiques.*

		Groupe Neurotypiques (NT)			
		Petits n = 13	Moyens n = 14	Grands n = 15	Total n = 42
		Moyenne (écart-type)	Moyenne (écart-type)	Moyenne (écart-type)	Moyenne (écart-type)
Appariement	Nombre d'erreurs	5.92 (6.45)	1.64 (1.69)	1.27 (1.71)	2.83 (4.30)
	TR (secondes)	343 (65)	295 (51)	242 (46)	291 (67)
Catégorisation	Nombre d'erreurs	22.69 (12.02)	7.50 (6.20)	5.87 (6.77)	11.62 (11.26)
	TR (secondes)	460 (95)	357 (65)	311 (84)	373 (101)
Contexte	Nombre d'erreurs	6.69 (2.69)	2.93 (3.32)	1.93 (2.09)	3.74 (3.36)
	TR (secondes)	100 (23)	68 (16)	65 (20)	77 (25)
Total 3 tâches	Nombre d'erreurs	35.31 (17.48)	12.07 (7.82)	9.07 (9.51)	18.19 (16.61)
	TR (secondes)	902 (154)	721 (121)	618 (141)	741 (180)

Effet du type de tâche

Il existe un effet principal de la tâche sur le pourcentage total d'erreurs (test de Friedman : $\chi^2 = 28.878$, $p < 0.001$). La comparaison des tâches deux à deux montre que le pourcentage d'erreurs, tous âges confondus, est significativement plus faible en appariement qu'en catégorisation et contexte (Test de Wilcoxon : $p < 0.001$). La différence est très proche de la significativité entre catégorisation et contexte ($p = 0.053$). Cet effet se retrouve dans les trois tranches d'âge (test de Friedman : petits : $\chi^2 = 16.769$, $p < 0.001$; moyens : $\chi^2 = 7.444$, $p = 0.002$; grands : $\chi^2 = 6.931$, $p = 0.031$). Il est à noter qu'il existe une corrélation entre le nombre d'erreurs produites en appariement et en catégorisation (test de corrélation de Spearman en rangs : $p < 0.001$) : les deux scores évoluent dans le même sens.

Il existe un effet principal de la tâche sur le temps de réponse par photographie (test de Friedman : $\chi^2 = 41.333$, $p < 0.001$). Le temps de réponse pour appairer est significativement inférieur à celui requis pour catégoriser et pour la tâche de contexte (test de Wilcoxon : appariement vs. catégorisation : $p < 0.001$; appariement vs. contexte : $p = 0.047$). La tâche de catégorisation demande également significativement plus de temps que la tâche de contexte ($p < 0.001$). Cette hiérarchie des temps de réponse se retrouve dans les trois tranches d'âge (test de Friedman : petits : $\chi^2 = 18.143$, $p < 0.001$; moyens : $\chi^2 = 18.143$, $p < 0.001$; grands : $\chi^2 = 18.143$, $p = 0.02$). C'est seulement parmi les moyens que la

différence entre contexte et appariement n'est que tendancielle (test de Wilcoxon : $p = 0.391$).

L'effet principal de la tâche sur les performances montre une complexité croissante de notre protocole en nombre d'erreurs : l'appariement est la tâche la mieux réussie, suivie de la catégorisation. La tâche de contexte est celle qui conduit au plus grand nombre d'erreurs. Elle est réalisée plus rapidement que la tâche de catégorisation.

Effet du nombre d'émotions

Il n'y a pas d'effet du nombre d'émotions sur le pourcentage d'erreurs, que ce soit en appariement ou en catégorisation (test de Friedman : appariement : $\chi^2 = 1.895$, $p = 0.39$; catégorisation : $\chi^2 = 1.986$, $p = 0.37$).

Il existe un effet du nombre d'émotions sur le temps de réponse par photographie, que ce soit en appariement ou en catégorisation (test de Friedman : appariement : $\chi^2 = 24.429$, $p < 0.001$; catégorisation : $\chi^2 = 28.762$, $p < 0.001$). En appariement, le temps de réponse par photographie diffère significativement entre chaque nombre d'émotions testées. Le temps est plus long pour traiter quatre émotions que trois (test de Wilcoxon : $p = 0.001$), et deux ($p < 0.001$), mais aussi pour traiter trois émotions plutôt que deux ($p = 0.007$). En catégorisation, le temps de réponse par photographie pour deux émotions est significativement moins élevé que pour trois ou quatre émotions (test de Wilcoxon : $p < 0.001$). Il n'y a pas de différence significative entre trois et quatre émotions ($p = 0.36$).

Effet de la nature de l'émotion

Il existe un effet de la nature de l'émotion à classer sur le nombre d'erreurs, en tâche d'appariement (test de Friedman : $\chi^2 = 15.909$, $p = 0.001$) et en catégorisation ($\chi^2 = 9.028$, $p = 0.029$). En appariement, la colère donne lieu à significativement plus d'erreurs que les autres émotions (test du signe de Wilcoxon : colère vs. joie : $p = 0.023$; colère vs. surprise : $p = 0.005$; colère vs. tristesse : $p = 0.006$). Une analyse par classe d'âge montre que c'est dans le groupe des petits que cet effet est significatif entre colère et joie (test de Wilcoxon : $p = 0.041$) et entre colère et tristesse ($p = 0.034$). En catégorisation, la tristesse et la joie montrent un niveau de reconnaissance significativement plus élevé que la surprise (surprise vs. joie : $p = 0.04$; surprise vs. tristesse $p = 0.019$). La colère se situe à un niveau proche de la joie et de la tristesse, et n'est que tendanciellement supérieure à la surprise ($p = 0.135$). Il n'y a pas d'effet significatif par tranche d'âge en catégorisation.

L'effet de la nature de l'émotion sur les temps de réponse ne peut pas être analysé du fait de la méthodologie.

Enfants avec TSA : effet de la tâche et des émotions

L'analyse du groupe TSA met en évidence trois variables qui ont un effet significatif sur leurs performances : le type de tâche, la nature de l'émotion et le nombre d'émotions à classer. Les effets de l'âge et du sexe n'ont pas été analysés sur ce groupe car les effectifs sont trop réduits (n=10).

Effet du type de tâche

On observe un effet principal de la tâche sur le pourcentage total d'erreurs (test de Kruskal-Wallis : $\chi^2 = 11.929$, $p = 0.002$). La comparaison des tâches deux à deux montre qu'il y a significativement moins d'erreurs produites en appariement par rapport à la catégorisation (tests de Wilcoxon : $p = 0.029$) et au contexte ($p = 0.007$). Les tâches de catégorisation et de contexte produisent, quant à elles, un nombre d'erreurs équivalent ($p = 1.000$). Nous avons recherché une éventuelle corrélation entre le nombre d'erreurs produites en appariement et en catégorisation : il n'y a pas de corrélation entre ces deux tâches en nombre d'erreurs (test de corrélation de Spearman en rangs : $p = 0.60$).

Il existe également un effet principal de la tâche sur le temps de réponse par photographie (modèle mixte : $p = 0.001$). Le temps de réponse est significativement plus long pour la tâche de catégorisation par rapport à celle d'appariement ($p = 0.027$) et à celle de contexte ($p < 0.001$). Les temps de réponse en appariement et en contexte sont équivalents ($p = 0.104$).

Ainsi, comme pour les enfants NT, la tâche d'appariement est la plus facile, suivie de la tâche de catégorisation, chez les enfants TSA. En revanche, la tâche de contexte a été réalisée aussi rapidement que l'appariement mais de manière moins précise.

Effet du nombre d'émotions

Le nombre d'émotions n'a pas d'effet significatif sur le pourcentage d'erreurs produites, mais a un effet principal sur le temps de réponse en appariement (test de Friedman : $\chi^2 = 6.2$, $p = 0.045$) et en catégorisation ($\chi^2 = 7.8$, $p = 0.024$). En appariement le temps de réponse par photographie est significativement plus long pour quatre émotions que pour trois (test de Wilcoxon : $p = 0.059$). Il est tendanciellement plus long que pour deux ($p = 0.064$). En catégorisation, le temps de réponse par photographie est significativement plus long pour deux émotions que pour trois ($p = 0.02$) ou quatre ($p = 0.014$) émotions.

Effet de la nature de l'émotion

On observe un effet principal de la nature de l'émotion sur le nombre d'erreurs réalisées, mais seulement en appariement (modèle mixte : $p = 0.013$). La colère induit

significativement plus d'erreurs que la joie ($t = -2.584$, $p = 0.015$) et que la tristesse ($t = -3.446$, $p = 0.002$). Elle ne produit plus d'erreurs que la surprise qu'en tendance ($t = -1.723$, $p = 0.096$). Il n'existe pas d'effet en catégorisation (modèle mixte : $p = 0.143$). Nos analyses intra-groupes nous permettent de mettre en évidence trois effets majeurs communs aux deux groupes : un effet du type de tâche sur le nombre d'erreurs et les temps de réponse, un effet de l'émotion à classer sur le nombre d'erreurs et un effet du nombre d'émotions sur le temps de réponse. Cependant, l'effet du nombre d'émotions n'est pas le même en catégorisation : les TSA mettent plus de temps à catégoriser deux photos que trois ou quatre, alors que les NT ralentissent quand le nombre d'émotions s'accroît. Nos analyses nous montrent également que, parmi les enfants NT, les scores obtenus en appariement sont corrélés positivement à ceux obtenus en catégorisation, ce qui n'est pas le cas pour les enfants TSA. S'agissant de la nature des émotions testées, dans les deux groupes, la colère est la plus difficile à traiter en appariement. En catégorisation, chez les NT, la surprise est la plus facile à classer, alors qu'il n'y a pas de différences chez les TSA.

Comparaison entre enfants neurotypiques et TSA d'âge développemental équivalent

Il existe un effet principal de l'appartenance au groupe TSA sur le nombre total d'erreurs (Test de Mann-Whitney : $Z = 2.52$, $p = 0.012$), avec un nombre d'erreurs réalisées par les enfants TSA significativement supérieur à celui des enfants NT. Les différences sont significatives en appariement ($Z = 2.02$, $p = 0.043$) et en catégorisation ($Z = 2.32$, $p = 0.021$), mais pas en contexte ($Z = 1.22$, $p = 0.222$) (figure 1).

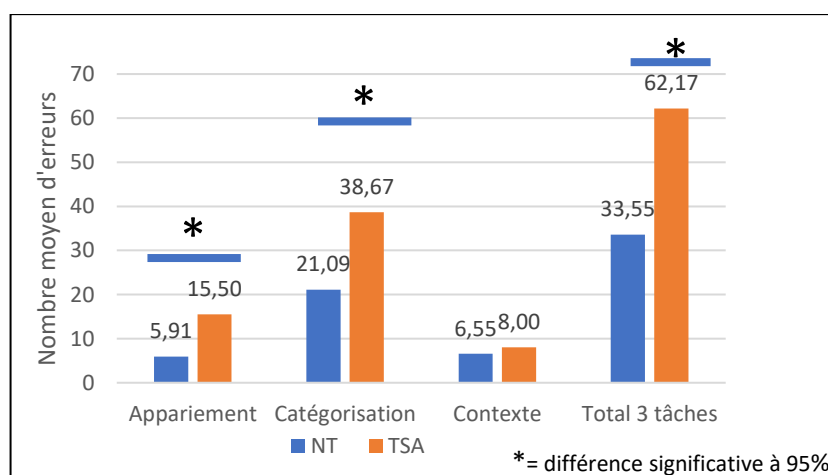


Figure 1. Comparaison du nombre moyen d'erreurs selon la tâche, entre le groupe neurotypique et le groupe TSA, à âge développemental équivalent.

Il n'existe pas d'effet significatif de l'appartenance au groupe TSA sur le temps de réponse total, obtenu par l'addition des temps de réponse des trois tâches (Test de Mann-Whitney :

$Z = 1.86$, $p = 0.063$). Cependant, nous pouvons observer, qu'en tendance, le temps de réponse est plus élevé chez les enfants TSA que chez les NT, notamment en appariement et en catégorisation (figure 2).

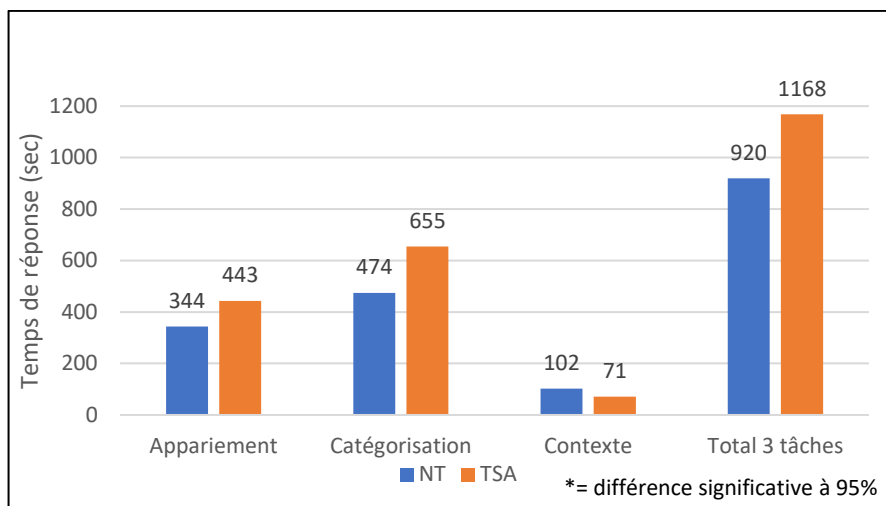


Figure 2. Comparaison du temps de réponse selon la tâche, entre le groupe neurotypique et le groupe TSA, à âge développemental équivalent.

Il existe également un effet du TSA sur le nombre d'erreurs réalisées par émotion. En tâche d'appariement, cet effet ne s'observe qu'en tendance. En catégorisation, le nombre d'erreurs est significativement plus élevé dans le groupe TSA pour identifier la colère (Test de Mann-Whitney, $Z = 2.78$, $p = 0.005$) et la surprise ($Z = 1.97$, $p = 0.049$). L'effet de l'appartenance au groupe TSA sur la joie et la tristesse ne s'observe qu'en tendance (joie : $Z = 1.71$, $p = 0.089$; tristesse $Z = 1.39$, $p = 0.163$) (figure 3).

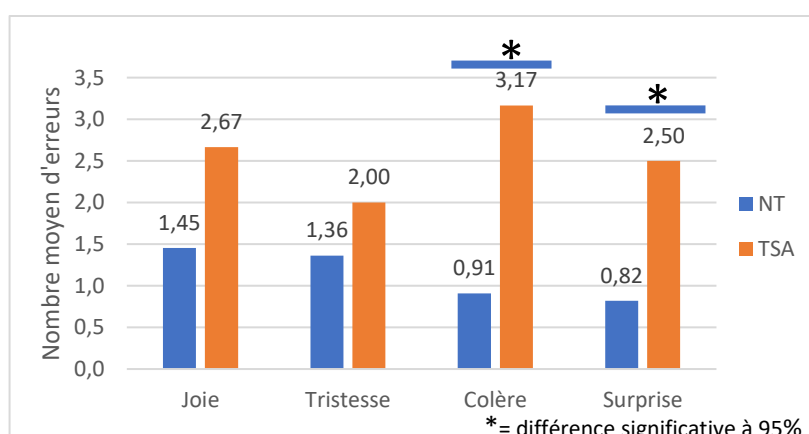


Figure 3. Comparaison du nombre moyen d'erreurs en catégorisation, selon l'émotion entre le groupe neurotypique et le groupe TSA, à âge développemental équivalent.

Notre analyse inter-groupes nous confirme le fait que le groupe des enfants TSA est moins performant que le groupe des enfants NT : ils font significativement plus d'erreurs et répondent tendanciellement moins vite.

DISCUSSION (*Laure Laspougeas-James*)

Les objectifs de notre étude étaient d'évaluer et de comparer les capacités de reconnaissance des expressions faciales d'enfants NT et d'enfants TSA de bas niveau de fonctionnement. Les recherches antérieures (Lozier *et al.*, 2014; Luckhardt *et al.*, 2017; Uljarevic et Hamilton, 2013) ont montré, grâce à des tâches langagières, un déficit généralisé de reconnaissance des expressions faciales chez les enfants TSA. Cependant, peu d'études se sont intéressées aux capacités de compréhension des expressions faciales des enfants TSA de bas niveau de fonctionnement. Les protocoles disponibles actuellement ne sont pas adaptés à ces enfants car ils utilisent des tâches d'étiquetage verbal nécessitant un niveau minimum en langage oral. Le protocole utilisé ici ne demande aucune compétence verbale.

Notre première hypothèse portait sur les effets de l'âge, du sexe, de la tâche et de l'émotion chez les enfants NT. Nos résultats confirment que les capacités de reconnaissance des émotions augmentent avec l'âge, ce qui rejoint les conclusions des études antérieures (Herba, Landau, Russell, Ecker, et Phillips, 2006; Rodger, Vizioli, Ouyang, et Caldara, 2015). Aucun effet du sexe n'a été mis en évidence par notre étude. Plusieurs études ont conclu que les filles reconnaissent certaines expressions faciales avec plus de précision que les garçons (Lawrence, Campbell, et Skuse, 2015; McClure, 2000). D'autres n'ont cependant pas montré d'effet du sexe pendant l'enfance (Herba *et al.*, 2006). Ces divergences peuvent s'expliquer par le type de protocole utilisé. Hoffmann, Kessler, Eppel, Rukavina et Traue (2010) ont montré qu'il n'y a pas de différence de sexe lorsque les stimuli sont très expressifs. Nos résultats pourraient être nuancés avec un protocole maîtrisant la variable intensité. Comme nous l'avions supposé, les tâches du test montrent une difficulté croissante : l'appariement est plus facile que la catégorisation, elle-même plus simple que la tâche de contexte. L'analyse des temps de réponse montre que la tâche de contexte a été réalisée plus rapidement que la catégorisation mais au détriment de la précision. La capacité à prendre en compte le contexte d'une émotion demande un niveau de maturité plus élevé dans le traitement et la compréhension des causes de cette émotion (Balconi et Carrera, 2007). On peut supposer que, face à une tâche plus complexe proposée en fin de test, les enfants ont pu faire preuve de précipitation dans leurs réponses. Il pourrait être intéressant, dans une prochaine étude, de vérifier ces résultats en proposant la tâche contexte en début de test. Le nombre d'émotions proposées dans chaque bloc n'a d'effet que sur les temps de réponse par photo. Le temps passé par photo s'accroît avec le nombre d'émotions présentées. Ceci peut s'expliquer par une exploration visuelle des modèles plus longue lorsqu'ils sont plus nombreux.

Notre deuxième hypothèse portait sur l'effet de la nature de l'émotion testée sur le nombre d'erreurs réalisées. Nous avons fait l'hypothèse que le nombre d'erreurs produites refléterait l'ordre d'apparition des émotions dans le développement des enfants, tel qu'il est le plus fréquemment décrit dans la littérature : joie, tristesse, colère puis surprise (Herba et Phillips, 2004; Vicari *et al.*, 2000). La surprise qui serait l'émotion la plus complexe à reconnaître n'entraîne pas un score d'erreurs significativement supérieur aux autres émotions. En appariement, la colère est l'expression faciale la plus difficile à traiter dans les deux groupes. Parmi les enfants NT, elle est significativement moins bien reconnue que les trois autres émotions. Parmi les enfants TSA, elle entraîne aussi plus d'erreurs de manière significative que la joie et la tristesse. En catégorisation, les résultats sont différents entre enfants NT et TSA. Les enfants NT ont significativement plus de mal à reconnaître la tristesse et la joie que la surprise. Parmi les enfants TSA, il n'y a pas d'effet de la nature de l'émotion sur les résultats en catégorisation. Nous ne retrouvons pas l'ordre de difficulté que nous avons décrit en hypothèse. Nos résultats reflètent l'absence de consensus existant actuellement dans la littérature (Lozier *et al.*, 2014; Uljarevic et Hamilton, 2013). Nous pouvons également supposer que l'effet de l'émotion peut varier en fonction de son intensité. Dans notre protocole, nous avons utilisé des photos d'expressions faciales sans que la variable d'intensité ne soit contrôlée. Or elle peut modifier le degré de reconnaissance des expressions chez les sujets TSA et NT. D'autre part, l'effet de l'intensité dépend de l'émotion. Il serait plus important sur la joie chez les NT, et sur la colère chez les TSA (Herba *et al.*, 2006; Rump, Giovannelli, Minschew, et Strauss, 2009; Whitaker, Simpson, et Roberson, 2017). Un protocole avec un contrôle de la variable intensité permettrait de mieux situer les résultats de notre étude par rapport à ceux des recherches précédentes et d'affiner les comparaisons entre émotions. Cependant, les deux échantillons ayant été soumis aux mêmes stimuli, ce biais ne réduit pas la validité de l'étude concernant les comparaisons inter-groupes.

Notre dernière hypothèse postulait l'existence d'un déficit de reconnaissance des expressions faciales chez les enfants TSA par rapport aux enfants NT, à âge développemental équivalent. Nos résultats confirment l'existence de ce déficit : les enfants TSA de bas niveau de fonctionnement font significativement plus d'erreurs que les enfants NT. Cependant, cet effet varie avec la tâche présentée : il n'est significatif qu'en tâches d'appariement et de catégorisation. La corrélation observée chez les NT entre nombre d'erreurs en appariement et en catégorisation n'est pas retrouvée chez les TSA, bien que les enfants TSA inclus dans l'étude aient montré leurs capacités de catégorisation avec des tests de tris d'objets. Notre test démontre donc bien un déficit spécifique dans la reconnaissance

des expressions faciales. Ces deux tâches sont pertinentes pour mettre en évidence les troubles du traitement des informations faciales spécifiques aux TSA et discriminer les enfants TSA des enfants NT. En effet, plusieurs recherches mettent en avant une moindre attention portée aux visages, et en particulier à la région des yeux (Labruyère et Hubert, 2009). Bar-Haim, Shulman, Lamy et Reuveni (2006) cités par Labruyère et Hubert (2009) suggèrent, quant à eux, que les personnes avec TSA peuvent orienter leur attention sur la région des yeux, mais en retirent peu d'informations sociales et donc s'en désintéressent. D'autre part, les personnes TSA sous-utiliseraient les aspects configuratifs, c'est-à-dire les interrelations entre les différents éléments du visage. Les résultats d'autres études (Teunisse et de Gelder, 2003 ; Joseph et Tanaka, 2003, cités par Labruyère et Hubert, 2009) suggèrent que le traitement global des visages est préservé chez les sujets TSA. Ils présenteraient, par contre, une supériorité en vitesse et précision du traitement local des visages, c'est-à-dire fondé sur des éléments isolés du visage, par rapport aux NT, entraînant des difficultés pour identifier les expressions faciales. Ces hypothèses pourraient expliquer la moindre capacité de notre échantillon TSA à appairer et catégoriser les expressions faciales.

La tâche de contexte induit un nombre d'erreurs supérieur en tendance chez les enfants TSA. Il conviendrait de la remanier pour la rendre plus discriminante en augmentant le nombre d'images à trier ou en retravaillant ces images pour rendre les contextes plus explicites.

Cette dernière hypothèse postulait que les temps de réponse seraient également plus élevés parmi les enfants TSA par comparaison aux enfants NT. Cette hypothèse s'appuie sur différentes études ayant montré, chez les enfants TSA, une réponse cérébrale plus lente, et l'absence de traitement plus rapide des visages par rapport aux autres stimuli (Dawson *et al.*, 2005; Labruyère et Hubert, 2009). Nos résultats montrent en effet que les enfants TSA ont tendance à être plus lents en appariement et en catégorisation que les enfants NT, bien que cet effet ne soit pas significatif. En revanche, les enfants TSA ont mis tendanciellement moins de temps que les NT à réaliser la tâche de contexte. Ceci pourrait s'expliquer par un effet de lassitude, cette tâche étant la dernière du test, entraînant les enfants TSA à répondre le plus rapidement possible. Cet effet, même tendanciel, nous semble justifier la prise en compte des temps de réponse dans les protocoles visant à discriminer les enfants TSA des enfants NT sur leurs capacités de reconnaissance des expressions faciales. Il convient cependant de tenir compte de plusieurs questions soulevées par la méthode utilisée pour mesurer cette vitesse de reconnaissance. D'une part, elle utilise un temps de réponse qui inclut les temps de manipulation des participants. Les enfants les plus jeunes, les moins habiles ou avec des difficultés attentionnelles, présentent des temps de réponse plus longs sans que cet allongement n'ait nécessairement un lien avec leur temps de reconnaissance.

D'autre part, il s'agit d'une mesure subjective : le déclenchement et l'arrêt du chronomètre pour le début et la fin de la tâche ou la mise en suspens lorsque les sujets ont des comportements problématiques peuvent dépendre de chaque expérimentateur. Une étude plus fine de la vitesse de réponse nécessiterait un protocole avec des manipulations plus simples et des dispositifs objectifs de mesure. Un autre biais réside dans les capacités en attention soutenue requises par le protocole de test du fait de sa longueur. Cette durée de passation peut induire une fatigue attentionnelle chez certains participants et des variations de résultats en scores et en temps. Ces résultats donnent des indications pour l'élaboration d'un test plus court en supprimant les épreuves les moins pertinentes. En effet nous savons, grâce à cette étude, que les épreuves d'appariement et de catégorisation sont plus discriminantes que celles d'association à un contexte. D'autre part, le nombre d'émotions présentées n'a pas d'effet sur les scores de reconnaissance.

Le déficit des TSA varie avec l'émotion. Leurs performances par rapport aux NT sont plus faibles en appariement, mais c'est en tâche de catégorisation que les différences sont plus marquées : le déficit des TSA est significatif pour la colère et la surprise. Ces résultats sont cohérents avec les recherches antérieures qui montrent un déficit plus marqué pour la colère, la peur et la surprise (Lozier *et al.*, 2014; Uljarevic et Hamilton, 2013).

Il serait également intéressant de comparer les performances entre enfants NT et TSA de bas niveau de fonctionnement en affinant les critères de sélection des participants. Nous avons comparé nos deux groupes en utilisant l'âge développemental d'après l'épreuve de cognition verbale/préverbale de la PEP-3 (Labruyère et Hubert, 2009). Cependant, des études ont montré que les corrélations entre l'intelligence et la capacité de reconnaissance des expressions faciales varient selon que l'on apparie les populations sur la base d'un QI verbal ou non verbal (Fein, Lucci, Braverman, et Waterhouse, 1992). De même, ces corrélations varient selon que l'on considère l'indice de raisonnement perceptif ou l'indice de mémoire de travail (Pan *et al.*, 2017). Il serait intéressant, dans les prochaines recherches, d'établir un profil cognitif plus précis des participants afin d'affiner la comparaison entre les deux échantillons. Enfin, une partie des enfants avec TSA que nous avons recrutés ont obtenu un âge développemental inférieur à 3 ans et n'ont pu être comparés aux enfants NT scolarisés en maternelle. Des passations supplémentaires auprès d'enfants de dernière année de crèche permettraient d'inclure dans l'étude des enfants TSA de plus bas niveau de fonctionnement et d'augmenter la taille des échantillons TSA et NT dans la comparaison inter-groupes.

Enfin, notre protocole non verbal a montré sa capacité à discriminer les performances des enfants TSA de celles d'un groupe d'enfants NT. Il apporte la preuve de la faisabilité d'un test étalonné fondé sur le même principe. Un tel test serait utilisable en pratique clinique

pour dépister ce déficit de traitement des informations faciales émotionnelles le plus précocement possible.

Conclusion

Cette étude met en évidence un déficit de la reconnaissance des expressions faciales chez des enfants TSA de bas niveau de fonctionnement. Les tâches d'appariement et de catégorisation d'expressions faciales sont moins bien réussies que pour des enfants neurotypiques, avec un effet significatif en termes de nombres d'erreurs et tendanciel en temps de réponse. Ces résultats permettent d'élargir la théorie d'un déficit de traitement et de compréhension des expressions faciales aux enfants TSA de bas niveau de fonctionnement. Notre protocole, fondé sur des tâches de tri ne nécessitant pas de consignes verbales, est adapté aux enfants TSA de bas niveau de fonctionnement. Il ouvre la voie à l'élaboration et l'étalonnage d'un test de compréhension des expressions faciales utilisable auprès de cette population.

BIBLIOGRAPHIE

-
- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (Fifth Edition)*. Arlington, VA: American Psychiatric Publishing.
<https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425596>
- Balconi, M. et Carrera, A. (2007). Emotional representation in facial expression and script. *Research in Developmental Disabilities*, 28(4), 409-422.
<https://doi.org/10.1016/j.ridd.2006.05.001>
- Bänziger, T., Grandjean, D. et Scherer, K. R. (2009). Emotion recognition from expressions in face, voice, and body: The Multimodal Emotion Recognition Test (MERT). *Emotion*, 9(5), 691-704. <https://doi.org/10.1037/a0017088>
- Bänziger, T., Mortillaro, M. et Scherer, K. R. (2012). Introducing the Geneva Multimodal expression corpus for experimental research on emotion perception. *Emotion*, 12(5), 1161-1179. <https://doi.org/10.1037/a0025827>
- Chokron, S. (2015). Approche neuropsychologique des troubles neurovisuels chez l'enfant. *Revue de neuropsychologie*, 7(1), 41. <https://doi.org/10.3917/rne.071.0041>
- Dawson, G., Webb, S. J. et McPartland, J. (2005). Understanding the nature of face processing impairment in autism: insights from behavioral and electrophysiological studies. *Developmental Neuropsychology*, 27(3), 403-424.
https://doi.org/10.1207/s15326942dn2703_6
- Delobel, M., Van Bakel, M.-E., Klapouszczak, D., Vignes, C., Maffre, T., Raynaud, J.-P., ... Cans, C. (2013). Prévalence de l'autisme et autres troubles envahissants du développement : données des registres français de population. *Généralités 1995–2002. Neuropsychiatrie de l'Enfance et de l'Adolescence*, 61(1), 23-30.
<https://doi.org/10.1016/j.neurenf.2012.09.007>
- Development Core Team, R. (2011). *R: A Language and Environment for Statistical*

Computing. R. Found. Stat. Comput., 1.

- Ekman, P. (2009). Darwin's contributions to our understanding of emotional expressions. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1535), 3449-3451. <https://doi.org/10.1098/rstb.2009.0189>
- Elfenbein, H. A. et Ambady, N. (2002). On the universality and cultural specificity of emotion recognition: a meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 128(2), 203-235. <http://dx.doi.org/10.1037/0033-2909.128.2.203>
- Etchepare, A. et Prouteau, A. (2016). La cognition sociale : de la modélisation à l'évaluation. Dans *La cognition sociale* (pp. 59–73). Montpellier: Sauramps Medical.
- Fein, D., Lucci, D., Braverman, M. et Waterhouse, L. (1992). Comprehension of affect in context in children with pervasive developmental disorders. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, 33(7), 1157-1167.
- Gaudelus, B., Virgile, J., Peyroux, E., Leleu, A., Baudouin, J.-Y. et Franck, N. (2015). Mesure du déficit de reconnaissance des émotions faciales dans la schizophrénie. Étude préliminaire du test de reconnaissance des émotions faciales (TREF). *L'Encéphale*, 41(3), 251-259. <https://doi.org/10.1016/j.encep.2014.08.013>
- Herba, C., Landau, S., Russell, T., Ecker, C. et Phillips, M. L. (2006). The development of emotion-processing in children: effects of age, emotion, and intensity. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 47(11), 1098-1106. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2006.01652.x>
- Herba, C. et Phillips, M. (2004). Annotation: Development of facial expression recognition from childhood to adolescence: behavioural and neurological perspectives. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, 45(7), 1185-1198. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2004.00316.x>
- Høyland, A. L., Nærland, T., Engstrøm, M., Lydersen, S. et Andreassen, O. A. (2017). The relation between face-emotion recognition and social function in adolescents with autism spectrum disorders: A case control study. *PLoS ONE*, 12(10). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0186124>
- Izard, C., Fine, S., Schultz, D., Mostow, A., Ackerman, B. et Youngstrom, E. (2001). Emotion knowledge as a predictor of social behavior and academic competence in children at risk. *Psychological Science*, 12(1), 18-23. <https://doi.org/10.1111/1467-9280.00304>
- Korkman, M., Kemp, S. L. et Kirk, U. (2012). NEPSY-II: Manuel clinique et d'interprétation. Paris: ECPA.
- Labryère, N. et Hubert, B. (2009). Traitement de l'information faciale dans l'autisme. *L'Évolution Psychiatrique*, 74(1), 65-77. <https://doi.org/10.1016/j.evopsy.2008.12.008>
- Lawrence, K., Campbell, R. et Skuse, D. (2015). Age, gender, and puberty influence the development of facial emotion recognition. *Frontiers in Psychology*, 6. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00761>
- Lozier, L. M., Vanmeter, J. W. et Marsh, A. A. (2014). Impairments in facial affect recognition associated with autism spectrum disorders: A meta-analysis. *Development and Psychopathology*, 26(4pt1), 933-945. <https://doi.org/10.1017/S0954579414000479>
- Luckhardt, C., Kröger, A., Cholemkey, H., Bender, S. et Freitag, C. M. (2017). Neural Correlates of Explicit Versus Implicit Facial Emotion Processing in ASD. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 47(7), 1944-1955. <https://doi.org/10.1007/s10803-017-3141-1>

- McClure, E. B. (2000). A meta-analytic review of sex differences in facial expression processing and their development in infants, children, and adolescents. *Psychological Bulletin*, 126(3), 424-453. <http://dx.doi.org/10.1037/0033-2909.126.3.424>
- Nowicki, S. et P. Duke, M. (1994). Individual Differences in the Nonverbal Communication of Affect. *Journal of Nonverbal Behavior*, 18, 9-35. <https://doi.org/10.1007/BF02169077>
- O'Reilly, H., Pigat, D., Fridenson, S., Berggren, S., Tal, S., Golan, O., ... Lundqvist, D. (2016). The EU-Emotion Stimulus Set: A validation study. *Behavior Research Methods*, 48(2), 567-576. <https://doi.org/10.3758/s13428-015-0601-4>
- Pan, N., Wu, G.-H., Zhang, L., Zhao, Y.-F., Guan, H., Xu, C.-J., ... Jin, Y. (2017). Association between intelligence development and facial expression recognition ability in children with autism spectrum disorder. *Zhongguo Dang Dai Er Ke Za Zhi = Chinese Journal of Contemporary Pediatrics*, 19(3), 275-279.
- Rodger, H., Vizioli, L., Ouyang, X. et Caldara, R. (2015). Mapping the development of facial expression recognition. *Developmental Science*, 18(6), 926-939. <https://doi.org/10.1111/desc.12281>
- Rozencwajg, P. et Corroyer, D. (2001). Strategy development in a block design task. *Intelligence*, 30(1), 1-25. [https://doi.org/10.1016/S0160-2896\(01\)00063-0](https://doi.org/10.1016/S0160-2896(01)00063-0)
- Rump, K. M., Giovannelli, J. L., Minshew, N. J. et Strauss, M. S. (2009). The Development of Emotion Recognition in Individuals with Autism. *Child development*, 80(5), 1434-1447. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2009.01343.x>
- Scherer, K. et Scherer, U. (2008). Assessing the Ability to Recognize Facial and Vocal Expressions of Emotion: Construction and Validation of the Emotion Recognition Index. *Journal of Nonverbal Behavior*, 35, 305-326. <https://doi.org/10.1007/s10919-011-0115-4>
- Schopler, E., Lansing, M., Reichler, R. J., Willaye, E., Bouchez, M.-H. et Magerotte, G. (2010). PEP 3 profil psycho-éducatif évaluation psycho-éducative individualisée de la Division TEACCH pour enfants présentant des troubles du spectre de l'autisme. Bruxelles : De Boeck.
- Uljarevic, M. et Hamilton, A. (2013). Recognition of emotions in autism: a formal meta-analysis. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 43(7), 1517-1526. <https://doi.org/10.1007/s10803-012-1695-5>
- Vicari, S., Snitzer Reilly, J., Pasqualetti, P., Vizzotto, A. et Caltagirone, C. (2000). Recognition of facial expressions of emotions in school-age children: The intersection of perceptual and semantic categories. *Acta paediatrica*, 89, 836-45. <https://doi.org/10.1111/j.1651-2227.2000.tb00392.x>
- Wechsler, D. (2014). WPPSI-IV, échelle d'intelligence de Wechsler pour enfants. Montreuil : ECPA-Pearson.
- Whitaker, L. R., Simpson, A. et Roberson, D. (2017). Brief report: Is impaired classification of subtle facial expressions in children with autism spectrum disorders related to atypical emotion category boundaries? *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 47(8), 2628-2634. <https://doi.org/10.1007/s10803-017-3174-5>

ANNEXE A - TABLEAU RÉCAPITULATIF DES TESTS DE RECONNAISSANCE DES EXPRESSIONS FACIALES VALIDÉS EN FRANCE

Test	Population	Tâches	Emotions	Intensité	Nature des stimuli	Modalité	Mesures	Temps d'exposition	Prise en compte du contexte
Diagnostic Analysis of Non Verbal Accuracy (DANVA) Version enfant	6-10 ans	Etiquetage en choix forcé	4 émotions : joie, peur, tristesse, colère	2 intensités : basse / élevée	Photos sur ordinateur : visages d'adultes, d'enfants, Extraits vocaux	Statique + Dynamique	% de bonnes réponses	Exposition 1 sec	non
Multimodal Emotion Recognition Test (MERT)	18-26 ans, étudiants en psychologie	Etiquetage en choix forcé	10 émotions (2 variantes de 5 émotions basiques : peur, joie, colère, tristesse, dégoût)		Expression faciale, vocale et corporelle Photos et vidéos d'acteurs	Statique +Dynamique	% de bonnes réponses	Pas de limite	non
Emotion Recognition Index (ERI)	Validation sur des étudiants et professionnels en psychologie	Etiquetage en choix forcé	5 émotions : joie, tristesse, colère, peur, dégoût		Visages (Pictures Of Facial Affects) et voix sur ordinateur	Statique +Dynamique	% de bonnes réponses	Exposition 3 sec	non
Test de reconnaissance des Emotions Faciales (TREF)	20-45 ans	Etiquetage en choix forcé	6 émotions : peur, dégoût, joie, tristesse, colère, mépris	9 Intensités différentes	Photos de visages sur ordinateur	Statique	% de bonnes réponses	Exposition 10 sec	non
PECSB : protocole d'Evaluation de la Cognition Sociale de Bordeaux Subtest : Faces Test de Bordeaux	18-59 ans	Evocations libres + Etiquetage en choix forcé	4 émotions primaires		Photos de visages	Statique	% de bonnes réponses	Pas de limite	non
Geneva Multimodal Expression portrayals (GEMEP)	18-30 ans	Etiquetage en choix forcé : Cliquer sur une roue des émotions et l'intensité perçue	17 émotions	5 niveaux d'intensité	Expressions faciales, vocales, corporelles	Dynamique	% de bonnes réponses	Pas de limite	non

ANNEXE A - TABLEAU RÉCAPITULATIF DES TESTS DE RECONNAISSANCE DES EXPRESSIONS FACIALES VALIDÉS EN FRANCE

Test	Population	Tâches	Emotions	Intensité	Nature des stimuli	Modalité	Mesures	Temps d'exposition	Prise en compte du contexte
EU Emotion Stimulus Set	16-84 ans	<p>Étiquetage en choix forcé</p> <p>Tâche de reco « Sélectionnez l'étiquette qui décrit le mieux l'expression de cette personne (parmi 6) »</p> <p>Valence « Dans quelle mesure cette expression est positive ou négative ? » (échelle 1-5)</p> <p>intensité « Quelle est l'intensité de cette expression » (1-5)</p> <p>Ressenti (arousal) « A quel point ressentez-vous cette émotion en voyant cette expression (1-5) »</p>	20 émotions + expression neutre	2 intensités pour les EF sur les 6 émotions basiques	<p>Vidéos 2-50 sec</p> <p>Expressions faciales, vocales, corporelles, scènes sociales avec contexte</p>	Dynamique	<p>% de bonnes réponses</p> <p>Moyenne, écart-type sur les échelles en 5 points</p>	Pas de limite	oui
NEPSY Sub test : reconnaissance des affects	3-16 ans	<p>Distinction entre 2 photos (même émotion ou non)</p> <p>Sélection de deux photos parmi 4 qui expriment la même émotion</p> <p>Choix d'une photo parmi 4 qui exprime la même émotion que le modèle</p> <p>Sélection de 2 photos qui expriment la même émotion qu'un modèle vu brièvement</p>	5 émotions (tristesse, joie, colère, peur, dégoût) + expression neutre		photo de visages	Statique	% erreurs par émotion	Reconnaissance d'émotions avec modèle exposé vs. vu puis caché	non

DANVA (Nowicki et P. Duke, 1994). Multimodal Emotion Recognition Test (MERT) (Bänziger, Grandjean, et Scherer, 2009). L'Emotion Recognition Index (ERI) (Scherer et Scherer, 2008).

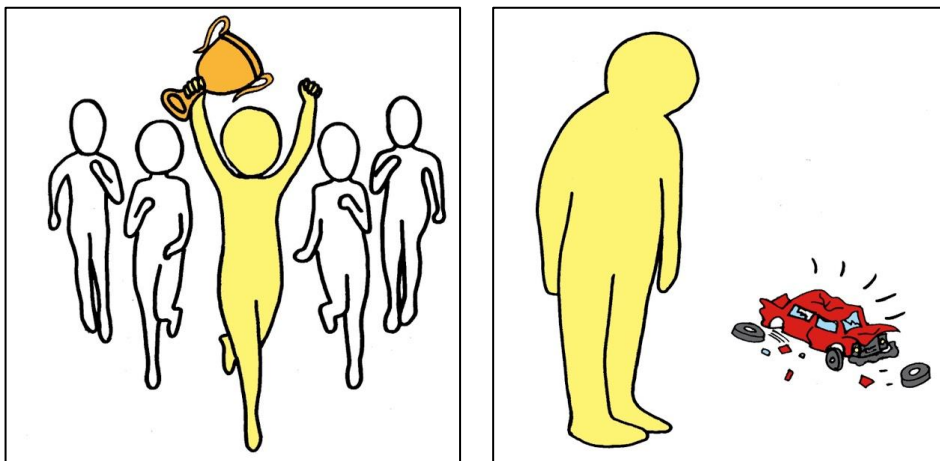
Test de Reconnaissance des Émotions Faciales (TREF) (Gaudelus *et al.*, 2015). Faces Test de Bordeaux, (Etchepare et Prouteau, 2016). UE-Emotion Stimulus set, (O'Reilly *et al.*, 2016). Geneva Multimodal Expression Portrayals, (Bänziger, Mortillaro, et Scherer, 2012). Nepsy-II : (Korkman, Kemp, et Kirk, 2012).

ANNEXE B – MATÉRIEL : ILLUSTRATIONS

Exemples de photographies d'expressions faciales : Joie, Tristesse, Colère et Surprise.



Exemples de contextes imagés : Joie, Tristesse.



Exemple de dispositif de tri : Tâche de catégorisation, bloc 2 émotions Tristesse x Joie.



ANNEXE C – EXPRESSIONS FACIALES TESTÉES

Blocs	Tâches appariement et catégorisation		Tâche contexte
2 émotions	<ul style="list-style-type: none"> - Joie x Tristesse - Tristesse x Colère - Colère x Surprise - Joie x Surprise 	4 photos de chaque émotion	<ul style="list-style-type: none"> - Joie x Tristesse - Tristesse x Surprise avec valence + - Joie x Surprise avec valence -
3 émotions	<ul style="list-style-type: none"> - Joie x Tristesse x Colère - Surprise x Colère x Tristesse - Colère x Surprise x Joie 	3 photos de chaque émotion	
4 émotions	<ul style="list-style-type: none"> - Surprise x Tristesse x Joie x Colère 	4 photos de chaque émotion	